

伸縮腕による車いす生活の介助

システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

1 年 大村 俊介

1 年 岡本 太一

1 年 小宮山 訓志

1 年 山崎 暢太

指導教員 システム科学技術学部 知能メカトロニクス学科

准教授 齋藤 敬

1. 目的

自主研究を通して、ロボットに関する基本的な知識を学び、実践を通して、理解を深めることを目的とする。また、昨年度の自主研究課題の継続として、車イス利用者が快適な生活を送ることができる生活支援用ロボットアームを改良し、安定性、実用性にも配慮することを目指す。

2. 研究内容

① 基礎技術習得について

技術習得に向け、各種工作機械や工具を用いて、歴代の学生自主研究で教習用に用いられてきたリンク式多脚歩行ロボット「ウヌマックス」の破損箇所の修復、組み立てを行った。加えて、部品設計に必要な CAD ソフト SolidWorks の使い方を学んだ。また、改修後の機体評価のため、無線操縦型ロボットによる格闘戦「かわさきロボット競技大会」に参加した。他にも、大学祭（潮風祭）での公開模擬戦を通して機体披露を行った。

② 伸縮機構を用いた生活支援ロボットの改良について

昨年度の自主研究を引き継ぎ、生活支援用ロボットアームとなる伸縮機構の改良を行った。伸縮機構は指導教員の人工生体機構研究室で開発中である、通称「巻尺腕」という金属巻尺を折り返したような構造を有する独自技術を用いた。また機構の先端部分に関しては、スーパーマーケット等での買い物の際に、棚から商品を手元に持ってくるような把持機構が必要となる。この点、昨年度は充電式掃除機による減圧機能付き吸盤を用いた

吸引機構を試験したが、吸着性能の不足と運用時の騒音の大きさが問題となった。この反省から、今年度は両面テープを用いたシンプルな吸着機構を製作、関連して部品設計と試作に使用可能な CAD/CAD ソフト Autodesk Fusion 360 の使い方も学んだ。

3. 研究結果、考察

① 基礎技術習得について

かわさきロボット競技大会への参加を目標に、今年でのべ運用 7 年目となるロボット「ウヌマックス」の修理および改良を行った。脚部の機構は機体の中でも特に脆い部分で、動作直後にパーツが外れて機体が停止することが度々起きたため、機構を組み直し、モーターの調整を行った。ウヌマックスにおいては、3 枚の板状脚部品が位相 120 度ずつ順に接地～早戻しを繰り返す脚部ユニットが四隅に配置され歩行するが、3 枚の脚部品同士が干渉せず一定間隔を保てるように、補助的なスペーサーパーツを作成した。なおパーツの大きさや左右のバランスを考慮する必要があったため、機体を組むのに時間がかかった。また脚の接地する部分にはゴム状の素材を張り付け、凹凸のある面でのスリップを減らし、力強い走行を可能にした。攻撃用のアームは掴み、押し出しとすくい上げを交互にこなせる機構ではあったが、アームの位置や可動域に問題があり、相手の機体に当たりにくいものであった。競技中には脚部の部品が外れ、動かなくなるといったトラブルが生じてしまい、自分たちの技術不足を実感した。大会では 2 戦 2 敗という結果に終わったが、掴みかかって戦う機構が評価され、



図1 リンク式多脚歩行ロボット「ウヌマックスⅦ」

左) 整備中：3 枚のスライダークランク板からなる脚機構が四隅に配置

右) 特別戦出場賞を受賞し、受賞機として会場で展示

予選敗退チームの中から特にユニークな機体に贈られる「特別戦出場賞」を受賞することが出来た。

大会やロボットの改良を通して機構の開発や機械の扱いなどで経験を積み、自分たちの技術の向上に努めることができた。また、脚部の不安定さとアームの攻撃力の低さが今後の課題として残った。

② 伸縮腕を用いた生活支援ロボットの改良について

伸縮腕の製作について、先端の帯鋼折り返し部に取り付ける機構の制作を行った。この機構は、スーパーの棚や、高い場所に位置する商品などを車いすに座ったまま手元に引き寄せることが目的である。昨年度は掃除機を用いることで減圧を行い、チューブを介して先端に取り付ける吸盤（スポイトをカットして作成）に吸引機能を持たせたものであった。しかし、実際はチャック付きポリ袋程度の軽いものしか持てず、また、吸引するときに大きな音が出てしまうという問題点もあった。このことから、市販で売られている掃除機やチューブでは、実用的な支援ロボットを作ることは難しいと考えた。そのため、先端部分に粘着性を持たせることによって、物を取ることが出来るような機構を制作した。

材料は、フレームとして、硬さと丈夫さ・軽量を兼ね備えるカーボン素材を切削加工して使用し、そこに市販のガムテープ用テープホルダーを取り付けた。粘着部分は市販されている両面テープを使用し、商品をとって粘着力がなくなったテープは手で巻き取ることで新しいテープ面を使うことが出来るように設計し、その場でゴミの処理をする必要がないようにした。

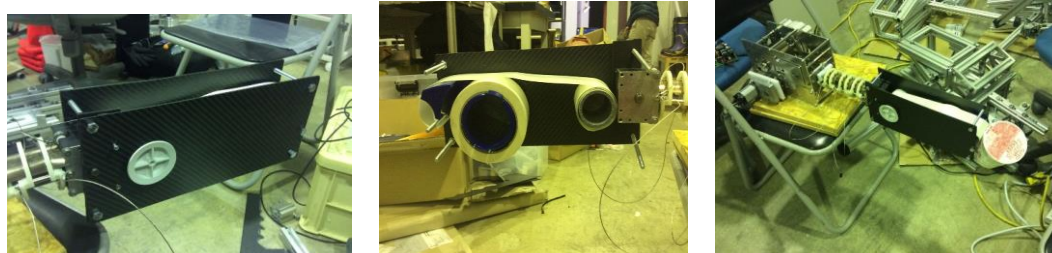


図2 粘着テープ付伸縮腕

- 左) 先端部：白い十字状の回転部を手動で回し、粘着テープを送り出す
- 中) 先端内部：使用前用と使用後用のテープ巻き取りリールが組み込まれている
- 右) 伸縮腕を含めた全景：把持例としてカップラーメンを付けている

作成した吸着機構の実用性を確かめることを目的として、運用試験を行った。試験方法としては、吸着機構を伸縮機構の先端に取り付け、対象物までの間隔を 50 cm とし、伸縮腕を伸ばし、吸着機構が対象物を捉えた時の、伸縮腕全体の耐久を調べた。テープは対象物を変えるたびに新しい面にした。対象物に関しては、コンビニやスーパーでの買い物を想定して、お菓子や、カップラーメンなどを用いた。対象物の情報は以下に記す。

表 1 把持実験対象

| 対象物 | 質量(単位:g) | 形状 |
|-----------------|----------|-----|
| カップラーメン | 100 | 円柱 |
| 500ml ペットボトル(水) | 500 | 直方体 |
| 缶詰 | 450 | 円柱 |
| インスタント麺(一袋) | 100 | 直方体 |
| 板チョコ | 50 | 直方体 |
| チーズ | 150 | 直方体 |

また、運用試験の結果は以下のようになった。

- ・カップラーメン：テープから外れることなく、持つ事が出来た。
- ・500ml ペットボトル:テープは着いたが、重さに負けテープが延びて出てきた。
- ・缶詰：テープは着いたが、重さに負けテープが延びて出てきた。
- ・インスタント麺：テープから外れることなく、持つ事が出来た。
- ・板チョコ：テープから外れることなく、持つ事が出来た。
- ・チーズ：テープから外れることなく、持つ事が出来た。

運用試験の結果から、対象物の形や吸着面と接する部分の素材によらず、対象物の重さによっては、テープが出てきてしまうという結果になった。今後の課題としては、重さによって、テープが出てきてしまうため、勝手にテープが出てこないような工夫が必要だと感じた。また、吸着機構の軽量化の可能であると考ええる。

4. まとめ

今回の自主研究では、かわさきロボット大会に向けた機体の改修をすることで、機械工作の基本的な経験や知識を得ることが出来た。大会の結果としては、2戦2敗という結果に終わってしまったが、特別戦出場賞を頂くことが出来た。伸縮腕の先端の製作については、軽いものは持ち上げることはできるが、重いものはテープが伸びてしまうため、改良が必要であった。また、伸縮腕の先端の軽量化も今後の課題として残った。